

#4 Priority doc
DHAUGH/2

9-18-02

JC971 U.S. PTO

10/086440

03/04/02

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 :
Application Number

특허출원 2001년 제 10916 호
PATENT-2001-0010916

출원년월일 :
Date of Application

2001년 03월 02일
MAR 02, 2001

출원인 :
Applicant(s)

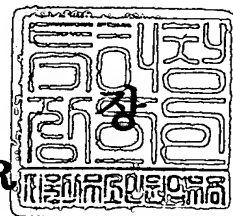
삼성전자 주식회사
SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2001 07 03
년 월 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【참조번호】	0009		
【제출일자】	2001.03.02		
【국제특허분류】	G02B		
【발명의 명칭】	마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법		
【발명의 영문명칭】	A driving apparatus for micromirror and controlling method thereof		
【출원인】			
【명칭】	삼성전자 주식회사		
【출원인코드】	1-1998-104271-3		
【대리인】			
【성명】	이영필		
【대리인코드】	9-1998-000334-6		
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9		
【대리인】			
【성명】	이해영		
【대리인코드】	9-1999-000227-4		
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	민영훈		
【성명의 영문표기】	MIN, Young Hun		
【주민등록번호】	641108-1684013		
【우편번호】	431-080		
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 목련동아아파트 805동 1001호		
【국적】	KR		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 필 (인) 대리인 이해영 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	3	면	3,000 원

1020010010916

2001/7/

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	32,000	원		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통			

【요약서】

【요약】

마이크로미러의 공진주파수와 진폭을 독립적으로 제어할 수 있도록 된 마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법이 개시되어 있다.

이 마이크로미러 구동장치는, 마이크로미러; 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체; 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키고, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 의 전압을 인가하는 적어도 하나의 전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

또한, 이 마이크로미러 제어 방법은, 마이크로미러, 상기 마이크로미러를 지지하는 탄성체 및 상기 마이크로미러를 회동시키는 적어도 하나의 전극을 포함하는 마이크로미러 구동장치 제어방법으로서, (a) 상기 마이크로미러와 적어도 하나의 전극 사이에 정전력을 발생시키는 단계; (b) 상기 마이크로미러의 회동각도를 θ 라 할 때, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 상기 적어도 하나의 전극을 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정하는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 V_0 및/또는 α 를 변화시켜 마이크로미러의 주파수 및/또는 진폭을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

【대표도】

도 4

【명세서】**【발명의 명칭】**

마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법{A driving apparatus for micromirror and controlling method thereof}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 마이크로미러 구동장치의 개략적인 평면도,

도 2는 마이크로미러의 회동 동작을 설명하기 위한 도면,

도 3은 마이크로미러의 회동각도에 대한 커패시턴스의 그래프,

도 4는 마이크로미러의 구동전압과 마이크로미러의 동작 관계를 나타낸 도면,

도 5는 마이크로미러의 회동각도에 대한 구동전압의 그래프.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<6> 본 발명은 마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로, 마이크로미러의 공진주파수와 진폭을 독립적으로 제어할 수 있도록 된 마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

<7> 도 1을 참조하면, 종래의 마이크로미러 구동장치는 프레임(5)과, 이 프레임에 형성된 수용공(10)과, 이 수용공(10)에서 수용되고 베이스전극(15)을 구비한 마이크로미러(20)와, 마이크로미러(20)를 회동가능하도록 지지하는 토션스프링(25)과, 상기 베이스전극(15)과의 상호작용에 의해 상기 마이크로미러(20)를 회동시키는 전극

(30)을 포함한다.

<8> 상기 마이크로미러(20)는 상기 베이스전극(15)과 전극(30)사이의 정전력에 의해 도 2에 도시된 바와 같이 회동을 하게 된다. 그리고, 회동된 후에는 다시 상기 토션스프링(25)의 복원력에 의해 복원된다. 이와 같이 상기 마이크로미러는 반복적인 회동운동을 하게 되는데 이러한 회동 운동체에서는 진동체의 공진현상을 이용하여 작은 구동력으로 큰 회동각을 얻을 수 있다. 즉, 진동체의 고유주파수와 일치되는 주파수로 진동체를 동작시키면 공진 현상에 의해 적은 구동력으로도 효율적으로 진동체를 작동시킬 수 있다.

<9> 이에, 마이크로미러의 고유주파수를 조정하는 방법으로서 마이크로미러의 질량과 토션 스프링상수를 가감시켜 미러 자체의 고유주파수를 변화시키는 방법이 있다. 하지만, 이러한 방법은 제작시의 조건에 따라 기결정되고, 구동 환경에 따라 변할 수 있으며, 가공 오차 등으로 인해 정확하게 고유주파수를 얻을 수 없다.

<10> 따라서, 마이크로미러의 제작 후에 전기적 스프링상수를 추가함으로써 공진주파수를 제어하고자 하는 노력이 있어 왔다.

<11> 일반적으로 진동체의 공진주파수(f)는 다음과 같이 나타낸다.

<12> 【수학식 1】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_t}{I}}$$

<13> 여기서, K_t 는 스프링상수, I 는 관성모멘트를 각각 나타낸다.

<14> 한편, 상기 마이크로미러(10)가 회동각(θ)로 회동하는 운동에 대해 운동 방정식을 세워보면 수학식 2와 같다.

<15> 【수학식 2】

$$I \ddot{\theta} + C_t \dot{\theta} + K_t \theta = \tau(\theta, V) \\ = \frac{1}{2} \frac{d}{d\theta} (C V^2)$$

<16> 여기서, I 는 관성모멘트를, C_t 는 마이크로미터(10)의 베이스전극(5)과 전극(20) 사이의 커패시턴스를, K_t 는 스프링상수를 나타내며, τ 는 회전모멘트(토크)를 나타낸다. 그리고, 상기 전극(20)의 초기 전압 V_0 , 임의의 계수 α 에 대해 상기 전극(20)의 구동전압(V)을 $V = (V_0 + \alpha \theta)$ 로 하고 상기 수학식 2를 정리하면 다음과 같다.

<17> 【수학식 3】

$$I \ddot{\theta} + C_t \dot{\theta} + K_t \theta = \frac{1}{2} \frac{dC}{d\theta} V^2 + \frac{1}{2} C(2V) \frac{dV}{d\theta} \\ = \frac{1}{2} \frac{dC}{d\theta} (V_0^2 + 2V_0 \alpha \theta + \alpha^2 \theta^2) + \frac{1}{2} C 2 (V_0 + \alpha \theta) \alpha$$

<18> 위 식에서 커패시턴스 C_t 는 실험에 의하면 도 3에 도시된 바와 같이 θ 에 대해 선형적으로 변함을 알 수 있다. 따라서, θ 에 대한 C_t 의 변화량이 상수가 되므로 이 상수를 γ 로 하면, $\frac{dC}{d\theta} = \gamma$ 가 된다. 그러면, $C = C_0 + \gamma \theta$ (여기서, C_0 는 $\theta = 0$ 일 때의 C 를 나타낸다.)로 나타낼 수 있다. 따라서, 상기 수학식 3에 $\frac{dC}{d\theta} = \gamma$ 와 $C = C_0 + \gamma \theta$ 를 대입하여 정리하면 다음과 같다.

<19> 【수학식 4】

$$I \ddot{\theta} + C_t \dot{\theta} + K_t \theta = \frac{1}{2} [(\gamma V_0 + 2\alpha C_0) V_0 + (4\gamma \alpha V_0 + 2\alpha^2 C_0) \theta + 3\gamma \alpha^2 \theta^2]$$

<20> 상기 수학식 4의 우변에서, $(\gamma V_0 + 2\alpha C_0)$ 항은 순수 진폭에 영향을 미치는 항이 되고, $(4\gamma \alpha V_0 + 2\alpha^2 C_0)$ 항은 주파수에 영향을 미치는 항이며 $(3\gamma \alpha^2)$ 항은 진폭과 주파수가 동시에 크로스토크되는 항으로 나타난다. 따라서, α 에 의해 주파수를 제어하고 나면, 전압 $V =$

$V_0 + \alpha \theta$ 에 의해 전체 전압 V 가 변하고, V_0 를 변화시키면 다시 α 가 연동되므로 주파수(f)와 진폭을 동시에 만족시킬 수 없는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <21> 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 공진주파수 제어용 전극과 진폭 제어용 전극을 별도로 구비하여 공진주파수와 진폭을 동시에 제어할 수 있도록 한 마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <22> 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 마이크로미러 구동장치는, 마이크로미러; 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체; 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키고, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 의 전압을 인가하는 적어도 하나의 전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

- <23> 또한, 상기 전극은 각각 독립적으로 작동하는 제1전극과, 제2전극을 구비한 것을 특징으로 한다.

- <24> 또한, 상기 제1전극은 마이크로미러의 진폭을 제어할 수 있도록 $V_1^2 = V_0$ 로 설정되는 것을 특징으로 한다.

- <25> 또한, 상기 제2전극은 마이크로미러의 공진주파수를 제어할 수 있도록 $V_2^2 = \alpha \theta$ 로 설정되는 것을 특징으로 한다.

- <26> 또한, 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 는 하기의 조건식을 만족하고, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 α 를 조절하여 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 를 조절하도록 된

것을 특징으로 한다.

<27> <조건식>

$$<28> \quad f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

<29> 여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

<30> 또한, 상기 전극의 전압 인가 시간의 위상차를 $\pi/2$ 만큼 뒀으로써 상기 마이크로미러의 공진주파수(f)가 하기의 조건식을 만족하며, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 임의의 계수 α 를 조절하여 상기 공진 주파수(f)를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<31> <조건식>

$$<32> \quad f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t + \gamma_2 \alpha}{I}}$$

<33> 여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

<34> 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 마이크로미러 제어 방법은, 마이크로미러, 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체 및 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키는 적어도 하나의 전극을 포함하는 마이크로미러 구동장치 제어방법으로서,

<35> (a) 상기 마이크로미러와 적어도 하나의 전극 사이에 정전력을 발생시키는 단계;

(b) 상기 마이크로미러의 회동각도를 θ 라 할 때, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 상기 적어도 하나의 전극을 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정하는 단계; (c) 상기 (b) 단계에서 V_0 및/또는 α 를 변화시켜 마이크로미러의 주파수 및/또는 진폭을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<36> 또한, 초기 전압 V_0 를 결정하는 전압 V_1 이 $V_1^2 = V_0$ 로 설정되는 적어도 하나의 제1 전극을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<37> 또한, 상기 (b)단계에서, 전압의 파형을 결정하는 전압 V_2 가 $V_2^2 = \alpha \theta$ 로 설정되는 적어도 하나의 제2전극;을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<38> 또한, 상기 제1전극 및 제2전극은 서로 독립적으로 작동하는 것을 특징으로 한다.

<39> 또한, 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 는 하기의 조건식을 만족하고, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 α 를 조절하여 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 를 조절하도록 된 것을 특징으로 한다.

<40> <조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

<42> 여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

<43> 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 마이크로미러 구동장치 제어 방법은, 마이크로미러, 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체 및 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키는 적어도 하나

의 전극을 포함하는 마이크로미러 구동장치 제어방법으로서,

- <44> 상기 전극의 구동 전압의 파형을 변화시킴으로써 마이크로미러의 공진주파수를 조절하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <45> 또한, 상기 전극의 구동 전압의 크기를 변화시킴으로써 마이크로미러의 진폭을 조절하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <46> 이하 본 발명에 따른 마이크로미러 구동장치 및 그 제어방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.
- <47> 본 발명에 따른 마이크로미러 구동장치는 마이크로미러와, 마이크로미러와의 상호 정전력에 의해 마이크로미러를 회동하기 위한 적어도 하나의 전극을 포함한다.
- <48> 상기 마이크로미러를 구동하는 전극의 전압(V)은 전압의 크기를 결정하는 텀과 파형을 결정하는 텀으로 나누어 설정한다. 예를 들어, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해, $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정한다. 여기서, 마이크로미러의 거동에 따른 구동전압(V)의 인가와 α 에 따른 전압 파형의 변화를 도 4에 도시하였다. 임계각(θ_c)은 마이크로미러의 회동각에 대해 정전력이 미치는 최대의 각도를 나타낸다. 여기에서 알 수 있듯이, α 가 변함에 따라 전압의 파형이 변한다.
- <49> 또한, 상기 구동전압 V^2 을 θ 에 대해 그래프로 나타내면 도 5와 같으며, 여기에서 알 수 있듯이 V^2 은 마이크로미러의 회동각도 θ 에 비례하므로 소정의 V^2 에 있어서, α 는 V_0 에 종속된다. 다시 말하면, 일정한 V^2 값에 대해 초기 전압 V_0 를 변화시키면 α 가 따라서 변하는 것을 의미한다.
- <50> 상기와 같이 전압 V 를 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정하고 하나의 전극을 사용하는 경우,

상기 수학식 2에 V^2 을 대입하여 정리하면 다음과 같다.

<51> 【수학식 5】

$$\begin{aligned} I \ddot{\theta} + C_t \dot{\theta} + K_t \theta &= \frac{1}{2} \frac{d}{d\theta} (C V^2) \\ &= \frac{1}{2} \frac{dC}{d\theta} V^2 + \frac{1}{2} C \frac{dV^2}{d\theta} \\ &= \frac{1}{2} \frac{dC}{d\theta} (V_0 + \alpha \theta) + \frac{1}{2} C \alpha \end{aligned}$$

<52>

여기서, 앞서 설명한 바와 같이 $\frac{dC}{d\theta} = \gamma$ 로 하면, $C = C_0 + \gamma$ 로 나타낼 수 있으므로 이를 상기 수학식 5에 대입하여 정리하면 다음과 같다.

<53> 【수학식 6】

$$I \ddot{\theta} + C_t \dot{\theta} + [K_t - \gamma \alpha] \theta = \frac{1}{2} (\gamma V_0 + \alpha C_0)$$

<54>

이때, $(K_t - \gamma \alpha)$ 는 주파수에 영향을 미치게 되고, $\frac{1}{2} (\gamma V_0 + \alpha C_0)$ 는 진폭에 영향을 미치게 된다. 위 결과에 의하면 α 를 변화시키면서 주파수(f)를 조절하고, V_0 의 변화에 따라 다시 진폭을 조정할 수 있다. 그러나, $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 식에서 V_0 와 α 가 서로 연동되어 제어가 힘들게 된다.

<55> 다음은 다른 실시예로서, 본 발명에 따른 마이크로미러 구동장치 및 제어방법은 전압의 크기를 조절하여 마이크로미러의 진폭을 제어하기 위한 제1전극과, 전압의 파형 조절에 의해 마이크로미러의 공진주파수를 제어하기 위한 제2전극을 독립적으로 구비한다.

<56> 예컨대, 마이크로미러를 구동하는 전압 V 를 초기전압 V_0 , 임의의 계수 α 에 대해 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정하고, 상기 제1전극으로는 $V_1^2 = V_0$, 상기 제2전극으로는 $V_2^2 = \alpha \theta$ 를 각각 인가한다. 이에, 상기 구동전압 V 에 대해 정리하면 하기의 수학식 7과 같이

나타낼 수 있다.

<57> 【수학식 7】

$$V = V_1^2 + V_2^2$$

$$V_1^2 = V_0, V_2^2 = \alpha \theta$$

<58> 상기 수학식 7을 상기 수학식 2에 대입하여 마이크로미러의 회동각(θ)에 대해 정리하면, 다음과 같다.

<59> 【수학식 8】

$$I\ddot{\theta} + C_I\dot{\theta} + K_I\theta = \frac{1}{2} \frac{d}{d\theta} (C V^2)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{dC}{d\theta} \right) (V_1^2 + V_2^2) + \frac{1}{2} C \frac{d}{d\theta} (V_1^2 + V_2^2)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{dC}{d\theta} \right) V_1^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{dC}{d\theta} \right) V_2^2 + \frac{1}{2} C \left(\frac{dV_1^2}{d\theta} \right) + \frac{1}{2} C \left(\frac{dV_2^2}{d\theta} \right)$$

<60>

상기 수학식 8의 우변에서, 첫번째항의 $\left(\frac{dC}{d\theta} \right)$ 는 V_1 에 의한 것임을 나타내기 위해 첨자1을 부치고, 두번째항의 $\left(\frac{dC}{d\theta} \right)$ 는 V_2 에 의한 것임을 나타내기 위해 첨자2를 부쳐 구별하기로 한다. 그리고, C는 θ 에 대해 선형적으로 변하므로 각각의 θ 에 대한 미분값을 γ_1, γ_2 로 나타낸다. 즉, $\left(\frac{dC}{d\theta} \right)_1 = \gamma_1, \left(\frac{dC}{d\theta} \right)_2 = \gamma_2$ 라고 한다. 그리고, 상기 수학식 8의 우변에서 세번째 항과 네번째 항에 $V_1^2 = V_0, V_2^2 = \alpha \theta$ 를 각각 대입하여 정리하면 다음과 같다.

<61> 【수학식 9】

$$I\ddot{\theta} + C_I\dot{\theta} + K_I\theta = \frac{1}{2} \gamma_1 V_0 + \frac{1}{2} \gamma_2 \alpha \theta + \frac{1}{2} C_2 \alpha$$

<62> 위 식에서 $C_2 = C_{20} + \gamma_2 \theta$ (여기서, C_{20} 는 θ 가 0일 때의 C_2 의 값.)를 대입하여 정리하면 다음과 같다.

<63> 【수학식 10】

$$\begin{aligned} I\ddot{\theta} + C_t\dot{\theta} + K_t\theta &= \frac{1}{2}\gamma_1 V_0 + \frac{1}{2}\gamma_2 \alpha\theta + \frac{1}{2}(C_{20} + \gamma_2\theta)\alpha \\ &= \frac{1}{2}\gamma_1 V_0 + \gamma_2 \alpha\theta + \frac{1}{2}C_{20}\alpha \end{aligned}$$

<64> 그리고, 상기 수학식 10을 회동각(θ)에 대해 정리하면 다음과 같다.

<65> 【수학식 11】

$$I\ddot{\theta} + C_t\dot{\theta} + (K_t - \gamma_2\alpha)\theta = \frac{1}{2}(\gamma_1 V_0 + \alpha C_{20})$$

<66> 상기 수학식 11에 의하면, 좌변에서 θ 의 계수 ($K_t - \gamma_2\alpha$)는 마이크로미러의 공진주파수(f)를 결정하는 한 요소로 작용하며, 우변의 $\frac{1}{2}(\gamma_1 V_0 + \alpha C_{20})$ 은 진폭을 결정하는 한 요소로 작용한다. 즉, 공진주파수(f)를 상기 수학식 11에 의해 나타내면 다음과 같다.

<67> 【수학식 12】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

<68> 상기 수학식 12에서 공진주파수 f 는 α 에 의해 조절할 수 있다. 또한, 진폭은 상기 수학식 11의 우변에 있는 $\frac{1}{2}(\gamma_1 V_0 + \alpha C_{20})$ 에 의해 조절 가능한데, 이때 공진주파수 조절을 위해 α 가 조절되더라도, V_0 를 조절함으로써 원하는 진폭을 얻을 수 있다. 여기서, V_0 는 α 의 변화에 따라 영향을 받지 않는 독립 변수이므로 공진주파수 조절에 따라 연동되지 않도록 진폭을 제어할 수 있다. 따라서, 마이크로미러의 공진주파수와 진폭을 함께 제어할 수 있다.

<69> 한편, 상기 전극의 전압 인가 시간의 위상차를 두어 마이크로미러의 공진주파수(f)를 조절할 수 있다. 예컨대, 시간 위상차를 $\pi/2$ 만큼 두면 상기 마이크로미러의 공진주

파수(f)는 하기의 수식 13을 만족한다.

<70> 【수식 13】

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t + \gamma_2 \alpha}{I}}$$

<71> 여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다. 상기 수식 13에 의해 전압의 파형을 결정하는 α 를 조절함으로써 공진주파수(f)를 제어할 수 있다.

【발명의 효과】

<72> 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 마이크로미러 디바이스 및 그 제어방법은, 공진주파수 제어용 전극과 진폭제어용 전극을 독립적으로 구비하고, 상호 연동되지 않는 전압을 설정함으로써 구현하고자 하는 공진주파수와 진폭을 동시에 만족시키도록 제어할 수 있다.

<73> 이는 마이크로미러를 물리적으로 가공하거나 마이크로미러의 제작 후에 기구적인 조작을 하는 등의 번거로운 조작을 요하지 않고 구동전압을 조절함으로써 간단하게 공진주파수와 진폭을 동시에 제어할 수 있는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

마이크로미러;

상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체;

상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키고, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 의 전압을 인가하는 적어도 하나의 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상기 전극은 각각 독립적으로 작동하는 제1전극과, 제2전극을 구비한 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치.

【청구항 3】

제 2항에 있어서, 상기 제1전극은 마이크로미러의 진폭을 제어할 수 있도록 $V_1^2 = V_0$ 로 설정되는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치.

【청구항 4】

제 2항 또는 제 3항에 있어서, 상기 제2전극은 마이크로미러의 공진주파수를 제어할 수 있도록 $V_2^2 = \alpha \theta$ 로 설정되는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치.

【청구항 5】

제 4항에 있어서, 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 는 하기의 조건식을 만족하고, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 α 를 조절하여 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【청구항 6】

제 4항에 있어서,

상기 전극의 전압 인가 시간의 위상차를 $\pi/2$ 만큼 뒀으로써 상기 마이크로미러의 공진주파수(f)가 하기의 조건식을 만족하며, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 임의의 계수 α 를 조절하여 상기 공진 주파수(f)를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t + \gamma_2 \alpha}{I}}$$

여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【청구항 7】

마이크로미러, 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체 및 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키는 적어도 하나의 전극을 포함하는 마이크로미러 구동장치 제어방법으로서,

- (a) 상기 마이크로미러와 적어도 하나의 전극 사이에 정전력을 발생시키는 단계;
- (b) 상기 마이크로미러의 회동각도를 θ 라 할 때, 초기 전압 V_0 와 임의의 계수 α 에 대해 상기 적어도 하나의 전극을 $V^2 = V_0 + \alpha \theta$ 로 설정하는 단계;
- (c) 상기 (b) 단계에서 V_0 및/또는 α 를 변화시켜 마이크로미러의 주파수 및/또는 진폭을 제어하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어 방법.

【청구항 8】

제 7항에 있어서, 상기 (b)단계에서,

초기 전압 V_0 를 결정하는 전압 V_1 이 $V_1^2 = V_0$ 로 설정되는 적어도 하나의 제1전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 9】

제 7항 또는 제 8항에 있어서, 상기 (b)단계에서,

전압의 파형을 결정하는 전압 V_2 가 $V_2^2 = \alpha \theta$ 로 설정되는 적어도 하나의 제2전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 10】

제 9항에 있어서, 상기 제1전극 및 제2전극은 서로 독립적으로 작동하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 11】

제 9항 또는 제 10항에 있어서, 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 는 하기의 조건식을 만족하고, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 α 를 조절하여 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【청구항 12】

제 9항에 있어서,

상기 전극의 전압 인가 시간의 위상차를 $\pi/2$ 만큼 뒀으로써 상기 마이크로미러의 공진주파수(f)가 하기의 조건식을 만족하며, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 임의의 계수 α 를 조절하여 상기 공진 주파수(f)를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t + \gamma_2 \alpha}{I}}$$

여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【청구항 13】

마이크로미러, 상기 마이크로미러가 회동되도록 지지하는 탄성체 및 상기 마이크로미러와 상호작용하여 정전력을 발생시킴으로써 마이크로미러를 회동시키는 적어도 하나의 전극을 포함하는 마이크로미러 구동장치 제어방법으로서,

상기 전극의 구동 전압의 파형을 변화시킴으로써 마이크로미러의 공진주파수를 조절하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치 제어방법.

【청구항 14】

제 13항에 있어서, 상기 전극의 구동 전압의 크기를 변화시킴으로써 마이크로미러의 진폭을 조절하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 구동장치 제어 방법.

【청구항 15】

제 13항 또는 제 14항에 있어서, 초기 전압 V_0 를 결정하는 전압 V_1 이 $V_1^2 = V_0$ 로 설정되는 적어도 하나의 제1전극을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 16】

제 15항에 있어서, 전압의 파형을 결정하는 전압 V_2 가 $V_2^2 = \alpha \theta$ 로 설정되는 적어도 하나의 제2전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 17】

제 16항에 있어서, 상기 제1전극 및 제2전극은 서로 독립적으로 작동하는 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

【청구항 18】

제 16항 또는 제 17항에 있어서, 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 는 하기의 조건식을 만족하고, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 임의의 계수 α 를 조절하여 상기 마이크로미러의 공진주파수 f 를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t - \gamma_2 \alpha}{I}}$$

여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【청구항 19】

제 16항에 있어서,

상기 전극의 전압 인가 시간의 위상차를 $\pi/2$ 만큼 뒀으로써 상기 마이크로미러의 공진주파수(f)가 하기의 조건식을 만족하며, 상기 제2전극은 $V_2^2 = \alpha \theta$ 에서 임의의 계수 α 를 조절하여 상기 공진 주파수(f)를 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 마이크로미러 제어방법.

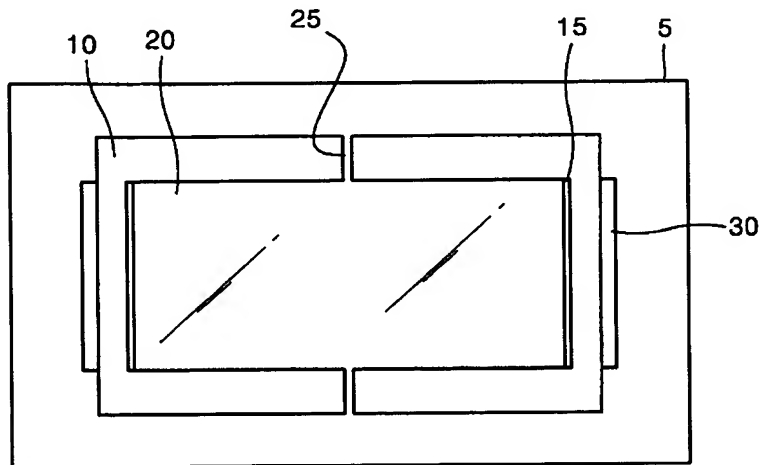
<조건식>

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_t + \gamma_2 \alpha}{I}}$$

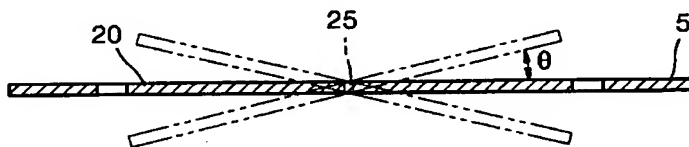
여기서, K_t 는 상기 탄성체의 스프링상수, I 는 관성모멘트, γ_2 는 마이크로미러의 회동각 θ 에 대한 커패시턴스의 변화량을 나타낸다.

【도면】

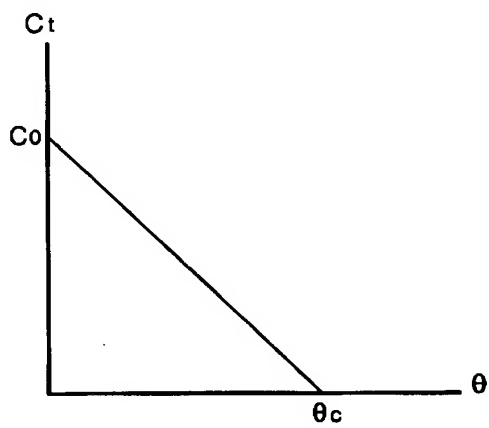
【도 1】



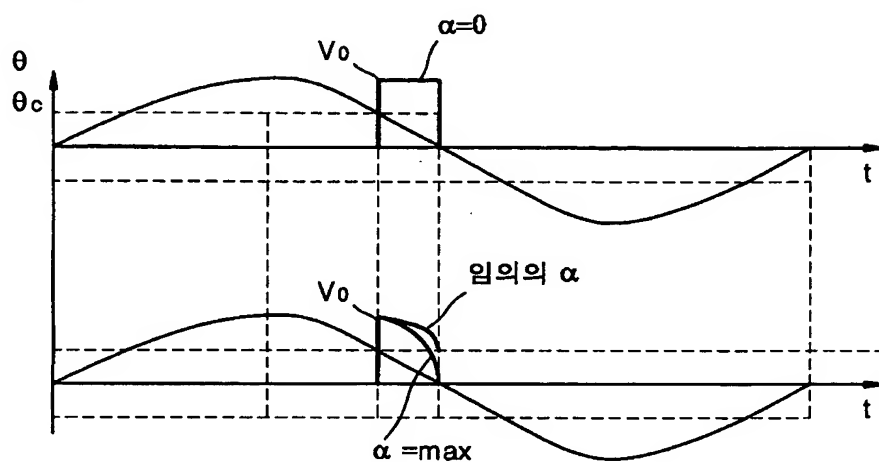
【도 2】



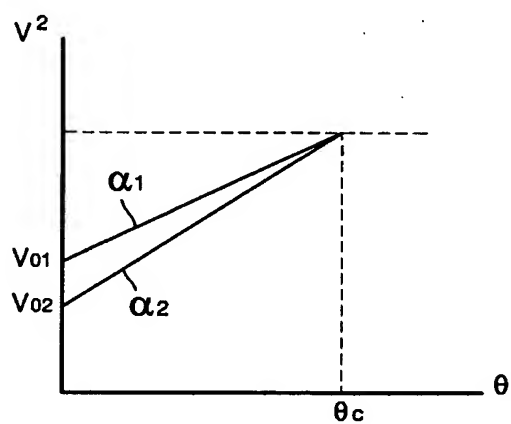
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【서류명】	서지사항 보정서
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.03.30
【제출인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【사건과의 관계】	출원인
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【사건의 표시】	
【출원번호】	10-2001-0010916
【출원일자】	2001.03.02
【발명의 명칭】	마이크로미러 구동장치 및 그 제어 방법
【제출원인】	
【접수번호】	1-1-01-0046511-13
【접수일자】	2001.03.02
【보정할 서류】	특허출원서
【보정할 사항】	
【보정대상 항목】	발명자
【보정방법】	정정
【보정내용】	
【발명자】	
【성명의 국문표기】	민영훈
【성명의 영문표기】	MIN, Young Hoon
【주민등록번호】	641108-1684013
【우편번호】	431-080
【주소】	경기도 안양시 동안구 호계동 목련동아아파트 805동 1001호
【국적】	KR

【발명자】	
【성명의 국문표기】	이정관
【성명의 영문표기】	LEE, Jeong Kwan
【주민등록번호】	640926-1011717
【우편번호】	431-050
【주소】	경기도 안양시 동안구 비산동 1101-2 샛별아파트 104동 601 호
【국적】	KR
【취지】	특허법시행규칙 제13조의 규정에 의하여 위와 같이 제출합니다. 대리인 이영필 (인)
【수수료】	
【보정료】	0 원
【기타 수수료】	원
【합계】	0 원